

TRABAJO FIN DE MASTER

“Influencia de la Formación en Fisioterapia en el Desarrollo de Competencias de Rotación Mental, Representación Espacial, Orientación y Movilidad en Personas Videntes y con Ceguera”

Máster Oficial en Psicología de la Educación

Autor: Sofía González Zurita

Tutor/es: Juan Antonio Huertas Martínez

Curso académico de la defensa: [2016/2017__]



FACULTAD DE PSICOLOGÍA

Influencia de la Formación en Fisioterapia en el
Desarrollo de Competencias de Rotación Mental,
Representación Espacial, Orientación y Movilidad
en Personas Videntes y con Ceguera.

Trabajo de Fin de Máster

Alumno: Sofía González Zurita

Tutor: Juan Antonio Huertas Martínez

Índice

Resumen	3
Introducción.....	4
Competencias Espaciales	4
Percepción.....	4
Rotación mental.....	5
Conocimiento del espacio	7
Representación espacial.	7
Evidencias empíricas en representación espacial.....	9
Orientación y movilidad	10
Instrucción en orientación y movilidad	10
Estrategias de las personas invidentes para la exploración del espacio	13
Relación entre Habilidades Espaciales de Rotación Mental, Representación Espacial y Aprendizaje de Anatomía en Población Vidente.	15
Aportaciones al Estado de la Cuestión de un Experto en Fisioterapia y Ceguera: Francisco Javier Sáinz de Murieta	17
Preguntas de Investigación	20
Hipótesis	20
Método.....	21
Participantes.....	21
Materiales.....	22
Mental Rotation Test.....	22
Three Mountain Test de Piaget	23
Aprendizaje de una ruta.....	25
Procedimiento	27
Variables	28
Resultados.....	29
Discusión	32
Limitaciones.....	34
Líneas de Investigación Futuras.....	35
Implicaciones Educativas.....	37
Bibliografía.....	38
Anexos	42

Resumen

Desplazarse con autonomía es una de las tareas más costosas para las personas invidentes. Teniendo en cuenta que esto afecta directamente a su calidad de vida, conviene estudiar nuevas formas para favorecer una mejora en los procesos implicados en la orientación y movilidad. Esta investigación pretende arrojar luz al respecto estudiando si el conocimiento del propio esquema corporal mediante estudios de fisioterapia influye en la rotación y representación mental, así como en la orientación. Para ello se contó con 16 participantes, seis videntes, cinco invidentes afiliados a la ONCE y otras cinco personas ciegas, estudiantes de cuarto de fisioterapia. Para la recogida de datos se elaboraron adaptaciones táctiles del Mental Rotation Test y Three Mountain Test de Piaget y se realizó una prueba de orientación en un espacio abierto. El análisis de datos mantiene todas las hipótesis planteadas al comienzo y abre un nuevo ámbito de investigación. Como consecuencia, parece relevante seguir realizando estudios para poder generalizar estos resultados promoviendo mejoras en instrucción y en educación.

Palabras clave: ceguera, fisioterapia, rotación mental, representación espacial, orientación y movilidad.

Abstract

Displacing with autonomy is one of the hardest task for blind people. Given the fact that it affect directly to their quality of life, it is suitable for us to study new alternatives to improve the processes imply in orientation and mobility. This research pretends to study if the knowledge of our own body sketch studying physiotherapy, influence in mental rotation and mental representation as well as orientation and mobility. To achieve it we used 16 participants, 6 blindfolded people, 5 blinds, and 5 blind people students of physiotherapy. For the assessment, we used two adapted test to haptic exploration, Mental Rotation Test, Three Mountain Test, and finally an orientation task in a park. The data analyses maintain the hypothesis and show a new research path. Consequently, it seems to be important continuing the research to generalize the results improving instruction and educational skills.

Key words: blindness, physiotheraphy, mental rotation, spatial representation, orientation and mobility.

En personas con ceguera una de las principales habilidades que se ve afectada es la capacidad de moverse y orientarse en el espacio con facilidad. Esto dificulta a su vez su independencia para usar de manera funcional el espacio. En consecuencia, tienen diariamente importantes dificultades para desplazarse; desde moverse en sus propios hogares, hasta salir a la calle para comprar, pasear o ir al trabajo.

En relación a los procesos psicológicos que se estudian en esta investigación, se entiende la Orientación y Movilidad como la conducta que se ve influida por los demás. Dentro de ésta se encuentran las competencias espaciales de percepción visual, rotación mental, estimación de distancias y direcciones; y por último, el conocimiento o memoria espacial.

Competencias Espaciales

Percepción. Las personas se desplazan fácilmente por el espacio gracias a la inmensa cantidad de información que reciben a través de los sistemas sensoriales. Esto es lo que permite que se almacenen representaciones mentales en forma de recuerdos para que la persona al volver a ellos pueda desplazarse con facilidad. Como es lógico, cuando la percepción visual está afectada moverse por el espacio se vuelve una tarea mucho más compleja (Huertas, Ochaíta y Espinosa, 1993).

La vista facilita que el individuo conozca con antelación muchos detalles como la disposición, tamaño y tipo de objetos que hay en un espacio. Esto se conoce como anticipación perceptiva, la cual posibilita que al caminar se prevean obstáculos en la vía y hace que se gane seguridad en los desplazamientos. Todo esto es posible sin tener contacto físico con el estímulo (Huertas, Ochaíta y Espinosa, 1993). Por tanto, la percepción visual posibilita que las personas organicen el espacio de forma rápida, holística y estable, algo que en ausencia de visión no se da.

Rotación mental. La rotación mental se entiende como la rotación de objetos o como la transformación desde una perspectiva egocéntrica. La primera se refiere al movimiento mental que hace el sujeto de un objeto sobre sus ejes. La segunda establece que es el movimiento desde el punto de vista del observador en relación a otro objeto presentado (Kozhevnikov, Motes, Rasch y Blajenkova, 2006).

Las habilidades que guardan relación con el movimiento, especialmente las de rotación mental de objetos, juegan un papel esencial en múltiples experiencias de nuestra vida diaria, como son el conocimiento del entorno, la motricidad y las aplicaciones en ciencia (Meneghetti, Borella y Pazzaglia, 2015).

La activación de las habilidades de rotación mental requiere de dos procesos: la manipulación cognitiva y la transformación espacial del objeto imaginado. Esto puede suponer que el hecho de entrenar esta destreza potencie el razonamiento espacial y la solución de problemas relacionados con la orientación en el espacio. Finalmente, ello puede servir entre otras cosas para mejorar el nivel de autonomía de una persona invidente (Gunzelman y Anderson, 2004, en Guillot et al., 2006).

Actualmente hay evidencias empíricas sobre las habilidades de rotación en personas videntes que suponen una importante contribución en el ámbito de la ceguera. Se recogen a continuación las más relevantes para esta investigación, entre las que destacan: la correlación positiva entre la exploración táctil del objeto y el desempeño en rotación mental (Möhring y Frick, 2013), efecto de la codificación bimodal en rotación (Möhring y Frick, 2013), y la relación entre rotación mental y habilidades motoras (Hoyek, Champely, Collet, Fargier, y Guillot, 2014; Krüger, Amorim y Ebersbach, 2014; Ozel, Larue, y Molinaro, 2004).

En las tareas de rotación se ha comprobado que la exploración manual de los objetos se consolida como un factor facilitador de las habilidades de rotación mental y del aprendizaje (Möhring y Frick, 2013). Esto se ha demostrado que ya ocurre en niños videntes de seis meses de edad, quienes identifican mejor los estímulos rotados presentados cuando previamente los han podido tocar. En este punto, conviene recordar que los estudiantes de fisioterapia y otras disciplinas relacionadas con las Ciencias de la Salud, tanto videntes como invidentes, por lo general, suelen tener práctica unida a la teoría. Se entiende la práctica como la exploración táctil de las estructuras corporales y el entrenamiento en la rotación mental de los diferentes componentes. Esto se supone que es lo que facilita que el estudiante se haga una representación mental tridimensional de las mismas. Además, como ya se ha comentado anteriormente, algunos estudios ya establecen una relación entre la codificación de los estímulos a nivel táctil y el proceso de rotación mental.

En relación a la integración y representación interna de la información, se ha demostrado que mejora cuando se da por diferentes canales. No obstante esta codificación bimodal no siempre es igual de efectiva, ya que depende del tipo de combinación de estímulos que se presenten (Bahrick, Lickliter y Flom, 2006, en Möhring y Frick, 2013). Sin embargo, en todo ello sí parece tener relevancia el sistema motor cuando se consolida como segundo canal para la codificación de la información espacial y espaciotemporal (Möhring y Frick, 2013).

La relación entre las habilidades de rotación mental y mejores destrezas motoras ya han sido demostradas en algunos estudios que evidencian la correlación entre ambas variables (Hoyek, Champely, Collet, Fargier, y Guillot, 2014). En concreto, un estudio (Hoyek et al. 2014) comprueba esta relación en niños y jóvenes, quienes hacen mejor las pruebas que activan procesos motores cuanto mejor resuelven tareas de rotación

mental. Del mismo modo, otros como Ozel, Larue y Molinaro (2004) logran reafirmar la relación entre estas variables en una investigación donde evidencian que los atletas tenían mejores destrezas de rotación mental que otro grupo de personas que no eran deportistas.

Algunos estudios muestran la tendencia en sujetos videntes a resolver mejor tareas de rotación mental cuando los estímulos presentados representan la forma de un cuerpo humano. Además, el desempeño de la tarea de rotación mental parece mejorar cuando se hace con figuras del cuerpo humano anatómicamente posibles (Krüger, Amorim y Ebersbach, 2014). Esto puede deberse a que el hecho tener un buen esquema corporal ayuda a las personas a resolver tareas de rotación mental. En concreto, en este estudio (Krüger, Amorim y Ebersbach, 2014) parece que las personas rotan mejor las estructuras al conocer cómo es el cuerpo humano y tener que realizar tareas de rotación con estructuras que lo simulan. Esto es algo que se trabaja detalladamente y a lo largo de unos cuatro años con los estudiantes de fisioterapia en materias como anatomía y fisiología. Ellos además estudian en base a estructuras reales como huesos, o cadáveres que pueden manipular con facilidad. Como consecuencia se espera un mejor desempeño por su parte en tareas de rotación mental.

Conocimiento del espacio

Representación espacial. Se podría resumir el término de representación o mapa cognitivo como aquellos procesos mentales que se activan cuando una persona tras recoger información sobre un espacio, la organiza y almacena para luego poder evocarla (Huertas, Ochaíta y Espinosa, 1993).

Para representarse el espacio se recogen dos tipos de información. Por un lado la atributiva, entendiéndose por los aspectos que se refieren al significado de los lugares, así como al valor y función que les atribuye cada persona. Por otro lado, la información localizacional que se entiende como lo relativo a la situación o localización de esos lugares. Esta última recoge información de las distancias entre los elementos que conforman el espacio y las direcciones u orientación de esos elementos (Huertas, Ochaíta y Espinosa, 1993).

La información localizacional se puede organizar de dos maneras, bien mediante rutas, bien con configuraciones. Es por rutas cuando esa representación contiene información de las relaciones espaciales secuenciales que se establecen entre un punto de partida y el de llegada, junto con los intermedios. En cambio, es configuracional cuando este recuerdo del espacio contiene información dinámica, es decir, de las relaciones que cada uno de los elementos mantiene con el resto. Con ello, se entiende que es más complejo elaborar representaciones configuracionales (Huertas, Ochaíta y Espinosa, 1993).

Además, la representación espacial se puede llevar a cabo desde dos perspectivas diferentes: egocéntrica y allocéntrica. La primera se basa en el punto de vista del observador, mientras que la segunda se refiere a la capacidad del observador de establecer relaciones espaciales entre los elementos del lugar en el que se encuentra (Cuturi, Aggius-Vella, Campus, Parmiggiani y Gori, 2016).

En resumen, se conoce como representación espacial al conjunto de relaciones multidireccionales que se dan entre una persona con unas características afectivas motivacionales, sociales y cognitivas y un determinado espacio con unas peculiaridades que lo definen, como el tamaño y la complejidad (Huertas, Ochaíta y Espinosa, 1993).

Evidencias empíricas en representación espacial. Actualmente todavía faltan investigaciones que estudien cómo se representan las personas el espacio y formas de favorecer este proceso, lo cual se configura como uno de los objetivos de este estudio. A continuación se presentan algunos resultados que pueden resultar de interés para contextualizar este estudio.

Las personas que han tenido o tienen experiencia visual generalmente usan un marco de referencia alocótrico. En cambio, los ciegos congénitos usan preferentemente un marco de referencia egocéntrico. Esto sugiere que la experiencia visual es necesaria para desarrollar una representación basada en el objeto, o alocótrica (Corazzini, Tinti, Schmidt, Mirandola y Cornoldi, 2010; Pasqualotto, Spiller, Jansari y Proulx, 2012). Desde este estudio, se pretende comprobar si el conocimiento del propio esquema corporal facilita que el sujeto se represente el espacio de forma holística.

Por otro lado ya hay algunos estudios que señalan que en el contexto de una permanente falta de visión, la codificación de la información espacial mediante el sistema sensoriomotor es crucial para construir una representación métrica precisa de un entorno (Afonso, Blum, Katz, Tarroux, Borst y Denis, 2010).

Educación para Facilitar la Representación Espacial. A lo largo del tiempo en la investigación se han usado diversos métodos para—averiguar cómo facilitar la representación espacial en las personas invidentes. Actualmente, con los avances tecnológicos, es frecuente el uso de entornos virtuales para que la persona invidente se familiarice con el espacio y lo conozca más globalmente antes de enfrentarse a él directamente. Se ha demostrado que esto es útil en el aprendizaje de rutas porque les permite desplazarse por el espacio con mayor seguridad (Lahav et al., 2014, Lahav y Mioduser, 2003). Además esto facilita la posibilidad de crear un mapa mental del lugar

sin quedarse únicamente en el aprendizaje de una ruta. Todo ello por ende les puede facilitar activar estrategias para moverse con autonomía y realizar atajos.

Sánchez y Tadres (2010) crearon un videojuego que integraba la ruta visual y auditiva para comprobar si la codificación bimodal facilitaba el aprendizaje de un espacio en personas ciegas. Sus resultados mantienen que con el uso de este entorno virtual los jóvenes tras varias sesiones de entrenamiento fueron capaces de reconocer formas simples en el espacio de aprendizaje que simulaba una habitación con pocos elementos.

Los avances tecnológicos pueden servir para crear nuevos instrumentos que faciliten la representación mental del espacio en personas con ceguera. Por ello, conviene seguir investigando al respecto para lograr mejoras en la adaptación a su situación.

Orientación y movilidad.

La orientación y movilidad es entendida como la capacidad de una persona para moverse en el espacio, tanto abierto como cerrado. Esta tarea se hace especialmente complicada cuando falla la vista, situación en que se hace necesario instruir a la persona invidente para moverse por el espacio con independencia.

Instrucción en orientación y movilidad. Resulta esencial la instrucción en técnicas de orientación y movilidad para favorecer la resiliencia de las personas con ceguera. Estas varían desde técnicas individuales a grupales. A continuación se detallan algunos aspectos a considerar.

La enseñanza individual facilita que el instructor se ajuste en mayor medida a las necesidades y al estilo de aprendizaje óptimo de la personas, lo que revierte en una mejor calidad de la instrucción (Ndlovu, 2003, en Higgerty y Williams, 2005; Zijlstra, Ballemans y Kempen, 2012).

En caso de trabajar en grupo, cabe tener en cuenta consideraciones tales como la idoneidad del espacio. De este modo, es más seguro el entrenamiento en lugares cerrados, dejando así el aprendizaje de rutas complejas y en espacios abiertos para la instrucción individual o por pares. Además, se ha demostrado que la instrucción en grupo tiene beneficios como: se instruyen a más personas al mismo tiempo, hay más apoyo emocional en el proceso entre los diferentes miembros, el aprendizaje es menos estresante y más llevadero, no se genera dependencia entre instructor y aprendiz, la cohesión entre los miembros genera nuevas redes de apoyo emocional y se gana objetividad ya que el instructor tiene muchas referencias para evaluar los avances de cada sujeto (Higgerty y Williams, 2005).

Las primeras sesiones de entrenamiento se hacen en lugares cerrados para que el sujeto gane seguridad en los movimientos. De esta manera, les enseñan a protegerse de posibles objetos de la habitación, a hacer una exploración segura del lugar tomando la pared como referencia, y a identificar cuándo y dónde buscar un objeto que se haya caído.

Más tarde, en espacios abiertos se hace un entrenamiento sensorial para aprender a detectar señales que aportan información, como pueden ser ruidos - por ejemplo, la localización de la carretera en espacios abiertos-, sentir los edificios, la temperatura, etc. Del mismo modo es importante que aprendan a distinguir los distintos tipos de materiales y texturas para poder diferenciarlos también con el bastón al deslizarlo por la

superficie (Wardel, 1973). Además, han de aprender a percibir con el bastón para distinguir diferentes tipos de vía (recta, curva, bordillos, etc.) Transversalmente, hay que concienciarles en el adecuado uso del bastón y en la necesidad de caminar con precaución en espacios abiertos, ya que es ahí donde aumenta el grado de incertidumbre (Ballemans, Kempen y Zijlstra, 2011).

Algo fundamental es dar explicaciones verbales detalladas, complementándolas con demostraciones prácticas y hápticas (Higgerty y Williams, 2005). Ligado a ello va la enseñanza de conceptos en la instrucción en orientación y movilidad para que los sujetos entiendan las indicaciones verbales y descriptivas que les da el acompañante. Esto puede llegar a ser más específico y necesario en personas con ceguera congénita, pero todos han de recibir formación al respecto para partir de la misma línea base (Wardel, 1973).

Otro punto importante es el aspecto psicológico. Ello conlleva que la rehabilitación también deba centrarse en que la persona sea consciente de sus fortalezas y debilidades, lo que facilita el ajuste psicológico a su situación (Seybold, 2005).

Para moverse de un lugar a otro a las personas invidentes les enseñan rutas concretas (Ballemans, Kempen y Zijlstra, 2011). Entre las técnicas instructivas actuales, destaca el uso de mapas táctiles en tres dimensiones para aprender un recorrido. La codificación espacial y representación del espacio cercano mediante los mismos es diferente. Ello lo demuestran Papadopoulos y Koustriava (2011), quienes encontraron que la mayoría de las personas con ceguera exploraban la superficie con las manos y al mismo tiempo medían las distancias entre los puntos de referencia, guiándose por los extremos de la maqueta y los puntos cercanos de la superficie. De

igual forma, son muy útiles para aprendizajes más complejos como la orientación en glorietas, intersecciones, etc. (Higgerty y Williams, 2005).

Las investigaciones sobre la utilidad de los mapas táctiles muestran que cuando el sujeto antes aprende con el mapa la ruta, luego se reduce el número de ensayos necesarios para que consolide el aprendizaje en el entorno real (Gual, Puyuelo, Lloverás y Merino, 2012). Sería interesante ver si esta técnica facilita que el sujeto cree un mapa cognitivo global y no se quede en un mero aprendizaje secuencial del recorrido realizado.

No obstante, siempre es importante que haya una experiencia directa con el medio (Huertas, Espinosa y Simón, 1998). Algunas investigaciones (Huertas, 1989; Ochaita y Huertas, 1988) concluyen que con cuatro ensayos las personas invidentes ya pueden ser capaces de trazar una ruta alternativa en un espacio relativamente grande. Este número de repeticiones es algo que se tiene en cuenta en el diseño de la prueba de orientación y movilidad que se hace con los participantes.

Estrategias de las personas invidentes para la exploración del espacio. Para explorar lugares tanto familiares como no familiares se ha demostrado que las personas ciegas usan estrategias similares. Algunas de las técnicas que se usan son la exploración periférica (el sujeto examina el lugar manteniendo el mayor tiempo posible el contacto con la pared), de objeto a objeto, del objeto concreto y su entorno cercano, y otras en las que no se sigue un patrón determinado. Destaca normalmente el uso de la exploración periférica caminando al lado de las paredes para ir guiándose, mientras que el resto de técnicas son mucho menos usadas en ambos tipos de espacios (Lahav, Schloerb y Srivasan, 2014).

En relación a los mapas cognitivos que se hacen los sujetos de los espacios tras la exploración, parece que describen más los detalles estructurales que aquellos que guardan relación con los objetos más específicos de las estancias (Lahav et al., 2014).

Generalmente los instructores centran sus esfuerzos en enseñar estrategias de ruta lineares y secuenciales. Sin embargo, crear mapas cognitivos de los espacios es más eficiente ya que el sujeto se hace una representación holística del lugar, lo cual le facilita el aprendizaje de múltiples perspectivas del entorno a reconocer (Fletcher, 1980; Kitchin y Jacobson, 1997, en Lahav y Mioduser, 2003). No obstante, existen estudios que demuestran que las personas con ceguera usan principalmente estrategias de ruta al intentar reconocer y moverse por espacios nuevos (Fletcher, 1980, en Lahav y Mioduser, 2003), lo que probablemente sea consecuencia del modo de instrucción que reciben.

Asimismo, dentro de las técnicas para moverse en el espacio, parece que las personas invidentes, al aprender una ruta, usan por lo general referencias egocéntricas, basadas en ellos mismos y sus propios movimientos. En cambio, usan menos aquellas que tienen que ver con la relación entre los elementos del espacio en el que se mueven, lo que requiere activar procesos inferenciales por parte del sujeto (Thinus-Blanc y Gaunet, 1997, en Cuturi et al., 2016).

Después de la instrucción las personas ciegas consiguen mayor independencia, reducen el número de caídas y lo más importante, mejoran la confianza en sí mismas (Kuyk, Elliot, Wesley, Scilley, McIntosh, Mitchell y Owsley, 2004). Esto hace que puedan moverse con más seguridad y mejora su bienestar psicológico.

Relación entre Habilidades Espaciales de Rotación Mental, Representación Espacial y Aprendizaje de Anatomía en Población Vidente.

En relación a los procesos expuestos anteriormente, cabe destacar que actualmente ya hay estudios y expertos en el estado de la cuestión que afirman la relación entre las habilidades de representación espacial, rotación mental y movilidad en el espacio. Con el tiempo, se está demostrando cómo puede influir en las personas invidentes la instrucción en estas destrezas. Por un lado, en orientación y movilidad empiezan a destacar programas de entrenamiento desde la realidad virtual frente a los tradicionales como el bastón y el perro guía, siendo el resultado óptimo la combinación de ambos. Por otro lado, en rotación mental se ha visto que ejerce influencia el conocimiento del propio esquema corporal y la exploración táctil de los objetos. Por último, desde algunas investigaciones que se han llevado a cabo, parece que estas habilidades se pueden potenciar –tanto en personas ciegas como videntes- desde el estudio de determinadas materias relacionadas con la anatomía y fisiología del cuerpo humano en Ciencias de la Salud (Guillot, Champely, Batier, Thiriet y Collet, 2006) o bien, desde la arquitectura y algunas ingenierías. De este modo, conocer la influencia que ejerce en estos procesos el conocimiento del propio esquema corporal mediante la anatomía, es la base sobre la que se sustenta esta investigación. A continuación se presenta un breve resumen de una investigación que relaciona todos estos procesos y asienta las bases para el propósito de este estudio.

El trabajo presentado tenía como objetivo conocer la relación entre la representación espacial, imágenes mentales, rotación mental y el aprendizaje de anatomía en personas videntes (Guillot et al., 2006). Para evaluarlo se pasaron tres pruebas diferentes (Guillot et al., 2006).

En primer lugar, el Group Embedded Figures Test, que se basaba en la percepción de 18 formas simples, usado para evaluar el grado de dependencia-independencia de los sujetos. La prueba requería que el sujeto reconociera figuras previamente presentadas por el experimentador en un conjunto de figuras diversas con diferentes formas anatómicas.

En segundo lugar, completaron el Mental Rotation Test de Vandenberg y Kuse (1978). Este fue diseñado con ítems en 3 dimensiones. La forma presentada a la izquierda actuaba como modelo, mientras que de las otras cuatro figuras a la derecha dos de ellas eran diferentes al modelo. El sujeto tenía que identificar las dos que no eran iguales haciendo rotaciones mentales de las mismas. La prueba en total tenía 24 ítems y duraba un total de 6 minutos.

En tercer lugar, se pasó el Gordon Test of Visual Imagery Control. Este test buscaba estimar la habilidad para visualizar imágenes y el control mental de las mismas por parte de los sujetos. La prueba contaba con 12 ítems en los cuales los participantes debían imaginar un coche en movimiento en diferentes situaciones y estimar la exactitud de las imágenes mentales en una escala con tres pasos. Finalmente, para evaluar el nivel de competencia en anatomía, los participantes resolvieron un examen de anatomía de respuesta múltiple.

El análisis de resultados presentados por Guillot et al. (2006) evidencia la relación entre habilidades espaciales y la competencia en anatomía de los sujetos. Esta correlación tiene mayor significancia ($r = 0,47$, $p < 0,01$ y $r = 0,35$, $p < 0,001$) entre las personas con peores puntuaciones en las preguntas de anatomía ($n = 37$, $n = 116$). Por otro lado, también mantienen la hipótesis de que el buen desempeño en tareas de percepción viso-espacial y rotación mental son los predictores más fiables del nivel

competencia alcanzado en anatomía. Es decir, aquellos que mejor nota sacaban en anatomía ($n = 31$), mejores resultados obtenían en la prueba de rotación mental ($r = -0,64, p < 0,001$). Esto es algo que concuerda a priori con lo que se quiere comprobar con esta investigación en la población invidente.

Puede ser de utilidad tener en cuenta la relación entre estas habilidades y procesos mentales tanto por parte de los docentes como de los instructores. Por ejemplo, en niños invidentes que acuden a la escuela de la ONCE, las actividades que se planteasen podrían activar procesos de rotación mental o representación espacial, con tareas manipulativas. Además desde las universidades se podrían ajustar las técnicas de enseñanza tanto a videntes como invidentes, haciendo un planteamiento mucho más práctico y a través del tacto. Esto es algo que ya se hace desde la escuela de fisioterapia de la UAM con las personas ciegas.

Aportaciones al Estado de la Cuestión de un Experto en Fisioterapia y Ceguera: Francisco Javier Sáinz de Murieta.

Para contextualizar la investigación en el estudio de Fisioterapia en población invidente se recogieron las aportaciones hechas en una entrevista semiestructurada a Don Francisco Javier Sáinz de Murieta, Director y profesor invidente de la Escuela de Fisioterapia de la Universidad Autónoma de Madrid. Javier cuenta con veintiocho años de experiencia en la profesión y con amplios conocimientos sobre fisioterapia y anatomía humana. Actualmente imparte las asignaturas de Cinesiterapia en 2º de grado y Fisioterapia manual en 3º de grado.

A lo largo de todo el periodo de formación de los alumnos, para la docencia de las asignaturas se usan métodos ampliamente descriptivos en todas las explicaciones que se dan. De este modo, las explicaciones verbales se complementan con la

exploración háptica. Así por ejemplo, en la Escuela de Fisioterapia, para el estudio de las diversas estructuras anatómicas se usan huesos de plástico, huesos reales, maquetas y cadáveres para explorar táctilmente las partes tridimensionales más difíciles de comprender.

En relación al estudio de los planos para facilitar la representación mental de las diversas partes estudiadas, se parte de la extracción mental. Por ejemplo, se habla del plano profundo, el medio y el superficial para comprender la conexión de los músculos al hueso. Además se tienen en cuenta las orientaciones de las diferentes caras. Esto es así cuando se estudian los huesos, con la cara anterior y posterior, o el borde anterior y posterior, interno y externo.

Durante toda la carrera los estudiantes se forman en la exploración manual del cuerpo. En primero empiezan con masajes a sus compañeros y el estudio de anatomía humana con las maquetas, huesos y cadáveres, para al final llegar a asignaturas más complejas como la cinesiología y biomecánica. Una vez que han alcanzado los conocimientos generales en la anatomía del cuerpo humano, se les enseña a localizar en el cuerpo vivo todas las estructuras más superficiales. De este modo, están continuamente en contacto con el cuerpo y se les enseña a hacer una exploración táctil, desde el propio movimiento de sus articulaciones o las de sus compañeros, sintiéndolo en sus propias manos.

Como ocurre al estudiar, hay algunas asignaturas en las que los alumnos parecen tener más dificultades. Javier señala que primero es un curso difícil por la asignatura de Anatomía Humana, ya que es muy densa, deben aprender una terminología compleja y desconocida y hay que abstraer mentalmente muchos contenidos estudiados. Todo ello junto a la inexperiencia en el ámbito de la fisioterapia hacen que ésta se consolide como

una de las asignaturas más costosas. Por otro lado, también les cuesta especialmente la biomecánica o fisiología articular debido a que se estudia en ella el movimiento de todas las estructuras y se interrelacionan todos los conocimientos base de anatomía, con el hándicap de añadirles las rotaciones y múltiples cambios que se dan al moverse las diversas estructuras.

El Director de la escuela, con un importante bagaje experiencial en éste ámbito, establece una relación entre el conocimiento de la anatomía, las habilidades de rotación mental, la movilidad y la orientación espacial, destacando varios aspectos interesantes a los que ya les respaldan evidencias empíricas mencionadas anteriormente.

Por un lado, señala la mayor facilidad que presentan los hombres frente las mujeres para comprender los aspectos tridimensionales. Por otro lado, remarca que aquellos que tienen un mal esquema corporal de sí mismos y una mala coordinación en general, luego presentan dificultades en la rotación mental. Algo contrario a lo que ocurre con aquellos con buena coordinación corporal quienes presentan más facilidades para el estudio de asignaturas en las que se requieran poner en práctica las habilidades de rotación mental, es decir, se hace especialmente notorio en asignaturas como biomecánica, en las que se estudia el movimiento de las estructuras anatómicas. Finalmente, también relaciona todo lo mencionado con el movimiento. De este modo, parece evidente que los estudiantes ciegos que se orientan bien y han recibido un entrenamiento adecuado en estas destrezas, son buenos a la hora de abstraer y comprender más rápidamente los contenidos. Así, se concluye que aquellos muy independientes, que se orientan muy bien en el espacio y con un buen esquema corporal, tienen más facilidades en el estudio y comprensión de la fisioterapia.

Todo ello junto con la evidencia empírica hasta el momento recoge los aspectos principales sobre los que se sustentan las hipótesis de esta investigación.

Preguntas de Investigación

En relación a lo expuesto anteriormente se plantean las siguientes preguntas de investigación que configuran los objetivos principales de este estudio.

1. ¿Cómo afectan los estudios de anatomía a las habilidades de rotación mental, representación espacial y a la orientación y movilidad de las personas invidentes?
2. ¿Cómo afecta el estudio de materias relacionadas con las Ciencias de la Salud a los procesos de rotación mental y representación espacial en personas videntes e invidentes?
3. ¿Existe relación entre las habilidades de rotación mental y/o representación del espacio con la orientación y movilidad?

Hipótesis

H1a: Los estudios de anatomía mejoran la capacidad de rotación mental de las personas invidentes.

H1b: Los estudios de anatomía mejoran la capacidad de representación espacial en las personas invidentes.

H1c: Los estudios de anatomía mejoran la capacidad de orientación y movilidad de las personas invidentes.

H2a: El estudio de materias de Ciencias de la Salud mejora la capacidad de rotación mental tanto en sujetos videntes como invidentes.

H2b: El estudio de materias de Ciencias de la Salud mejora la capacidad de representación espacial tanto en sujetos videntes como invidentes.

H3a: Las habilidades de rotación mental correlacionan con la orientación y movilidad en el espacio.

H3b: Las habilidades de representación espacial correlacionan con la orientación y movilidad en el espacio.

Método

Participantes

Los participantes fueron en total 16 personas que se subdividían en tres grupos. El primer grupo estaba formado por seis estudiantes videntes que realizaron únicamente las pruebas táctiles con los ojos tapados, de los cuales cinco tenían estudios relacionados con Ciencias de la Salud y uno de ingeniería. El segundo grupo lo formaron cinco estudiantes invidentes de la escuela de fisioterapia de la Universidad Autónoma de Madrid. Por último, el tercer grupo lo integraban cinco jóvenes invidentes afiliados a la ONCE, tres de ellos eran estudiantes universitarios del ámbito de las Ciencias Sociales y dos no contaban con formación universitaria. Todos ellos participaron hasta el final de la investigación de manera voluntaria y altruista.

Dentro de las características de los participantes, se destaca que la edad de los mismos oscila entre de los 20 a 29 años y que todos tienen estudios universitarios de grado. De los mismos, algunos ya los han finalizado y otros se encuentran en su último año. A pesar de que algunos participantes tenían cierto resto visual todos carecían de agudeza visual y habían recibido instrucción en relación a la orientación y movilidad en

espacios abiertos con el bastón. Estos participantes realizaron las pruebas con los ojos tapados para asegurar que todos realizaban las pruebas en igualdad de condiciones.

Se pudo acceder a los participantes gracias a Fátima Peinado, miembro del Consejo Territorial de la ONCE, y a Javier Sainz director de la Escuela de Fisioterapia. El proyecto de investigación fue aceptado por el Comité de Ética de la Universidad Autónoma de Madrid. Todos los participantes fueron informados y firmaron un consentimiento para participar en las diferentes partes del estudio. Además, sabían también que podían abandonar la investigación en cualquier momento de la misma si así lo deseaban.

Materiales

La recogida de datos se hizo mediante tres pruebas. La primera prueba, una adaptación táctil del Mental Rotation Test de Vandenberg y Kuse (1978), atendiendo a la variable de rotación mental. La segunda, una adaptación háptica del test de las tres montañas de Piaget para evaluar la variable de representación mental del espacio. Por último, la tercera fue una prueba en espacio abierto que consistía en el aprendizaje de una ruta y medía el grado de orientación y movilidad de los participantes y la adecuación a la realidad del mapa cognitivo que se habían hecho del lugar.

Mental Rotation Test. La primera prueba que se pasó fue el Mental Rotation Test de Vandenberg y Kuse (1978). Se realizó una adaptación para invidentes del test original. El original tenía 20 ítems con 5 figuras y la adaptación constaba de 10 ítems con 4 figuras. Para ello se construyeron 10 maquetas táctiles en tres dimensiones con 10 tablas de 16 x 50 centímetros. Las figuras se crearon usando un total de 500 cubos lisos blancos de 6 mm de lado cada uno. Todo ello fue fijado a la tabla con silicona. Las maquetas presentan una figura a la izquierda que actúa como modelo. A su derecha hay

otras 3 figuras en diferentes orientaciones, una de las cuales es diferente al resto. El objetivo era identificar cuál de las tres es la diferente al modelo presentado.

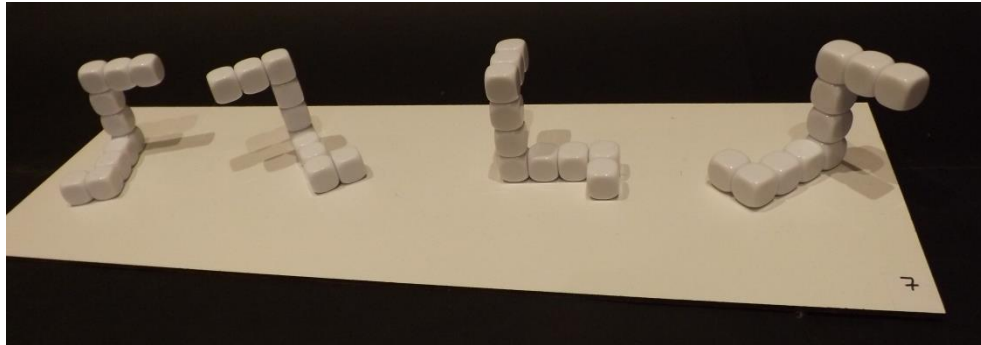


Figura 1.

Adaptación Táctil del MRT.

Las medidas tomadas fueron el tiempo que tardaban en realizar la exploración de cada ítem y si habían acertado o no al identificar el error dando unas puntuaciones de 0 (acierto) o 1 (error). Para el posterior análisis se tuvo en cuenta el tiempo más largo y el más corto, el tiempo medio de realización de la prueba y el número total de aciertos.

Three Mountain Test de Piaget. La segunda prueba era el Three Mountain Test de Piaget (Figura 2). De nuevo se realizó una adaptación para invidentes recreándolo en dos maquetas. Las dos tablas usadas tenían unas dimensiones de 40 x 26 centímetros. Para las montañas se usaron tres conos circulares de porexpan de 6.5, 4 y 3 centímetros de diámetro respectivamente y una altura de 14.5, 10 y 3 centímetros cada una. Finalmente se usó un muñeco de 5,5 centímetros de altura en el que se diferenciaban fácilmente con el tacto tanto los pies como los ojos para poder controlar la direccionalidad de la mirada en la colocación del mismo en las maquetas sin necesidad de ver.

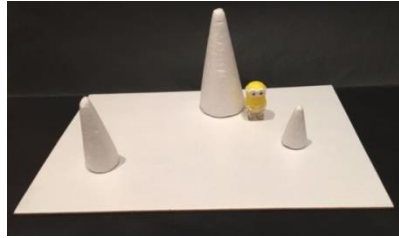


Figura 2.

Adaptación Táctil del Three Mountain Test de Piaget.

En esta prueba las maquetas se colocaban en espejo. El sujeto se colocaba a un lado de la mesa con la maqueta mirando hacia ese lado y justo en frente se colocaba el examinador con la maqueta en dirección opuesta, es decir, mirando hacia donde él estaba colocado. De esta manera ambos tenían acceso a la misma maqueta con idéntica colocación. Así, el muñeco se colocó con una posición y direccionalidad de la mirada concreta en tres ocasiones (Figura 3). La tarea consistía en que la persona explorara la maqueta del examinador y se hiciera una representación mental de la misma identificando dónde estaba el muñeco y hacia dónde miraba. Después, se le pedía que colocara en su maqueta el muñeco en la misma posición y controlando la direccionalidad de la mirada de mismo.

En esta prueba se medía el tiempo que tardaba la persona en explorar la maqueta del examinador y el tiempo que tardaba después en recolocar la figura en su maqueta. Además se tenía en cuenta si la posición era la correcta en función de los dos ejes del plano y si miraba en la dirección adecuada o no. Las puntuaciones que se daban eran las siguientes: 0, acierto pleno, 0,5 si tenía bien los dos ejes y mal la dirección, 1 si fallaba en un eje pero tenía bien la dirección, 1,5 si fallaba en un eje pero tenía mal la dirección, 2 si fallaba en los dos ejes y tenía bien la dirección, y por último, 2,5 si tenía mal los dos ejes y la dirección.

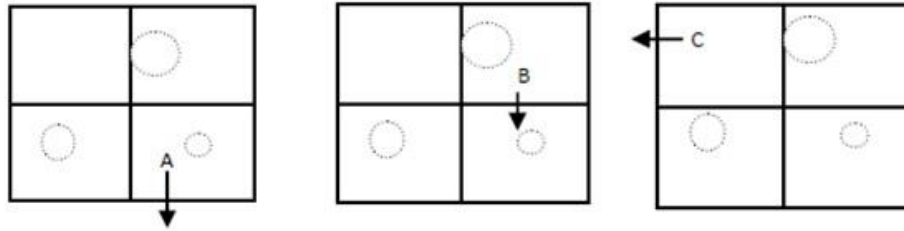


Figura 3.

Posiciones en la Prueba de las Tres Montañas de Piaget.

Aprendizaje de una ruta. La tercera prueba de orientación y movilidad se realizó en el parque situado en frente de la escuela de fisioterapia (Figura 4). Se diseñó un recorrido circular con ocho mojones que servían de guía para el aprendizaje la ruta (en orden: maceta, papelera, poste informativo, fuente, banco, balancín, farola y banco). Para la prueba se realizó un primer acompañamiento directo del punto 1 al 8 dando indicaciones verbales y acompañando a la persona invidente en todo momento. Después se repetía el mismo proceso pero sin dar indicaciones verbales, tan sólo haciendo el acompañamiento por la ruta. Al finalizar se volvía al inicio haciendo la ruta inversa del punto 8 al 1, este tercer aprendizaje facilitaba que los conocimientos se consolidaran y favorecía la representación espacial mental del parque. La evaluación se hacía 3 veces consecutivas, en todas ellas el sujeto iba solo con el bastón como guía y el evaluador permanecía un paso por detrás. Los recorridos eran grabados por otra persona que participó voluntariamente en la evaluación. Las grabaciones sirvieron para extraer los datos y analizarlos posteriormente. Las pruebas finales suponían que el sujeto hiciera el recorrido de ida y vuelta pasando por los 8 mojones secuencialmente. Después se esperaba que el mapa cognitivo que hubiese recreado le sirviera para poder trazar un atajo y llegar del punto 8, final del recorrido, al 6, sin pasar por el 7. Para ello, posicionándole en el último punto se le indicaba con el brazo la dirección a la que quedaba el inicio de la ruta aprendida.

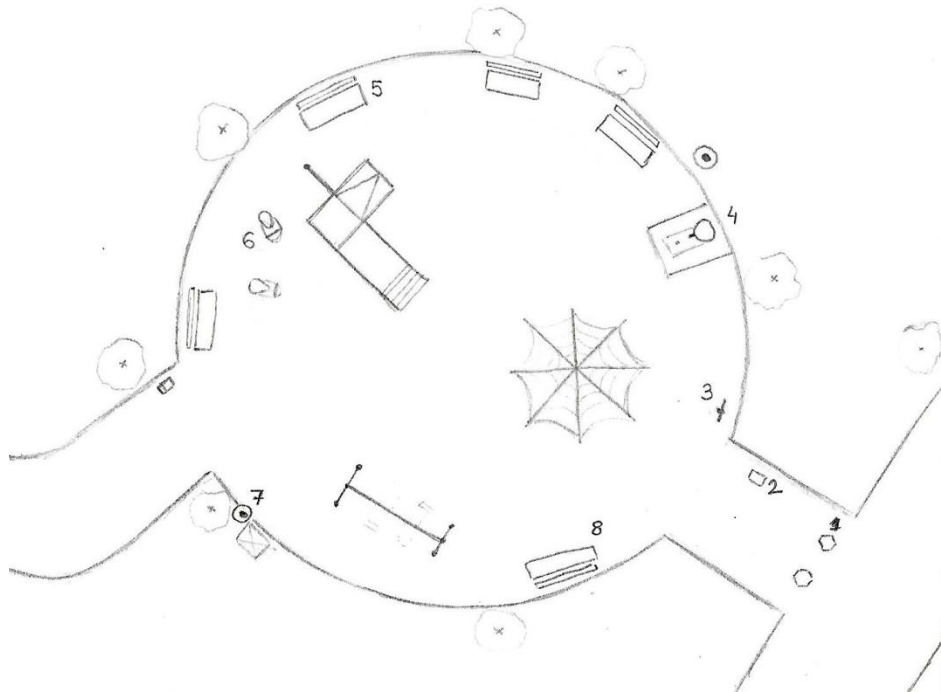


Figura 4.

Plano del Parque con Puntos Clave para la Prueba de Movilidad.

Las variables que se tenían en cuenta de la misma eran el tiempo que tardaban en realizar el recorrido, los desvíos de trayectoria que se daban (se contaba el número total de desvíos en cada recorrido) y las ayudas recibidas (se tenía en cuenta el total de las ayudas recibidas). Si los sujetos se perdían en el recorrido podían pedir ayudas que el examinador daba en función del nivel de necesidad. Las ayudas se graduaban en intensidad siguiendo el modelo de Huertas (1989):

Ayuda 1: si el sujeto no es capaz de anticipar el punto siguiente al cual debe dirigirse, se le dice cuál es ese punto.

Ayuda 2: si el sujeto se perdía, no encontraba el punto de referencia o no sabía cómo continuar, se volvía con él hasta el mojón anterior y desde allí se le indicaba que señalase la dirección en que se suponía se encontraba el punto de referencia perdido.

Ayuda 3: Si volvía de nuevo a no encontrar el elemento correspondiente, se le acompañaba otra vez al mojón anterior y de allí se le llevaba al punto de referencia siguiente.

Además, para graduar el nivel de desvío en el atajo, las puntuaciones que se daban eran: 0 (iban directos hacia el punto 6), 0,5 (se desviaban entre el balancín y el tobogán), 1 (se iban hacia los columpios) y 1,5 (desvío total a ambos ejes). Es decir, a mejor desempeño menor puntuación.

Procedimiento

Para la investigación se contó con tres grupos de participantes: personas videntes, afiliados a la ONCE y jóvenes estudiantes de fisioterapia con ceguera. Los videntes sólo realizaron las pruebas táctiles con los ojos tapados y los invidentes ejecutaron las tres pruebas. Las dos primeras de las maquetas se realizaron en un despacho y de manera individual, ambas con una duración conjunta aproximada de 40 minutos. La prueba de orientación y movilidad se hizo en el parque, de manera individual y duró un total de unos 30 minutos. Cuatro de los sujetos contaban con perro guía pero todos ellos realizaron la prueba con el bastón para estar en igualdad de condiciones, teniendo en cuenta que todos ellos habían recibido formación en técnicas de orientación y movilidad.

Para contrabalancear los datos, y adaptándose a las necesidades personales de cada usuario en la medida de lo posible, se fue variando el orden de realización de las pruebas. Así, cuatro de las personas videntes hicieron las pruebas de rotación y representación espacial en diferentes días mientras las otras dos las hicieron seguidas. De los fisioterapeutas, tres de ellos realizaron las pruebas táctiles en el despacho el mismo día y realizaron la de la ruta otro día mientras los otros dos las realizaron

seguidas. Los sujetos invidentes afiliados a la ONCE realizaron de manera individual las pruebas en el mismo día ya que había que ir a recogerles al domicilio y dejarles al finalizar. El orden de realización las pruebas se adaptaban a la disponibilidad del parque, ya que se esperaba a que estuviera libre para evitar distracciones durante el desempeño de la misma.

Para asegurar la representatividad de los resultados todos los sujetos recibieron las mismas instrucciones antes de realizar las pruebas. Las pautas para cada prueba táctil se especifican a continuación.

En el Mental Rotation Test se indicaba: *Aquí tienes una tabla con algunas formas que puedes tocar. La primera de la izquierda es el modelo, a la derecha hay otras tres. Están colocadas en diferentes orientaciones. Hay una que es diferente al modelo, búscala y dime cuál es. Tómate el tiempo que necesites.*

Para la prueba de las tres montañas se explicaba lo siguiente: *Hay dos tablas con tres montañas cada una, tócalas. Tú tienes las tienes mirando hacia ti, y yo mirando hacia mí justo en frente tuya. Aquí tienes un muñeco, tócalo, estos son los ojos. En mi maqueta, el muñeco está colocado en una posición concreta y mirando hacia algún lado concreto, tócalo. Tú tienes que poner el tuyo en la misma posición/mismo lugar de manera que quede en la misma posición que el de mi maqueta. Tómate el tiempo que necesites.*

Variables

Variable independiente: Perfil del sujeto (Personas videntes, personas invidentes afiliados a la ONCE y personas invidentes estudiantes de cuarto de Grado en Fisioterapia).

Variables dependientes: Rotación Mental (unidades de medida: tiempo y número de aciertos), Representación Espacial (tiempo de exploración y colocación, posición y direccionalidad de la mirada) y Orientación y Movilidad (tiempo, número de desvíos, tipo de ayudas y número de ayudas).

Resultados

El análisis de los resultados se llevó a cabo con el SPSS, mediante pruebas estadísticas no paramétricas, en concreto, la prueba U de Mann-Whitney, Wilcoxon y Kruskal-Wallis. La presentación de los resultados se hará partiendo de las preguntas de investigación presentadas al comienzo.

¿Cómo Afectan los Estudios de Anatomía a las Habilidades de Rotación Mental y Representación Espacial a la Orientación y Movilidad de las Personas Invidentes?

Los datos evidencian que existen diferencias en el desempeño en las tareas de rotación mental ($K-W = 8,64$; $0,013$; $p < 0,05$) y representación espacial ($K-W = 10,29$; $0,006$; $p < 0,05$) entre los tres grupos comparados. Se analizan después las diferencias entre los tres grupos por separado para ver en cuáles hay valores significativos.

Se encuentran diferencias significativas entre los sujetos invidentes y los fisioterapeutas con ceguera, tanto en rotación mental ($z = -2,034$; $p < 0,05$) como en representación espacial ($z = -2,635$; $p < 0,05$). En este sentido, teniendo en cuenta el valor absoluto de las medias de los grupos comparados el desempeño medio es mejor en las personas ciegas con estudios de fisioterapia (RM, $M = 7,6$; RE, $M = 0,8$) frente a las personas invidentes que no son fisioterapeutas (RM, $M = 4,4$; RE, $M = 4,1$), indica un desarrollo notablemente mejor. Se mantienen así las hipótesis 1a y 1b.

En relación a la orientación y movilidad, se comparan los resultados del aprendizaje de la ruta que se evaluaban en función del nivel de desvío que se daba al realizar el atajo (Tabla 1). Así, se encuentran diferencias significativas entre los afiliados y los fisioterapeutas con ceguera ($z = -2,081$; $p < 0,05$). En cambio, no hay diferencias significativas en el resto de variables medidas, ni en el camino directo ni el inverso, como son: desvíos en ensayos previos ($D = 0,90$; $I = 0,52$; $p > 0,05$), tiempo en realizar el recorrido ($0,42$; $0,25$; $p > 0,05$) y ayudas recibidas ($0,36$; $0,40$; $p > 0,05$). Cabe destacar, entonces, que el desempeño a la hora de descubrir una nueva ruta en el desvío es notablemente mejor en los estudiantes de fisioterapia ($M = 0,5$) que en los invidentes afiliados ($M = 1,2$). Como consecuencia, se mantiene la hipótesis 1c.

Tabla 1

Comparación de Resultados entre los Grupos de Personas Invidentes.

Sujeto	Rotación Mental				Representación Espacial				Orientación y Movilidad			
	<i>M</i>	<i>DT</i>	<i>z</i>	<i>p</i>	<i>M</i>	<i>DT</i>	<i>z</i>	<i>p</i>	<i>M</i>	<i>DT</i>	<i>z</i>	<i>p</i>
Fisio.	7,6*	2,19	-2,034	,042	,8**	,75	-2,635	,008	,5***	,35	-	,037
Afiliado	4,4	1,14			4,1	1,14			1,2	,44	2,031	

* Media nº aciertos en RM (puntuaciones: 0 –peor- a 10 –mejor-)

** Media RE (puntuaciones de 0 –mejor- a 7,5 –peor-)

*** Media OyM (puntuaciones de 0 –mejor – a 1,5-peor-)

¿Cómo Afecta el Estudio de Materias Relacionadas con las Ciencias de la Salud a los Procesos de Rotación Mental y Representación Espacial en Personas Videntes e Invidentes?

Los resultados (Tabla 2) muestran que no existen diferencias significativas entre los sujetos videntes y los fisioterapeutas invidentes en ninguna de las dos tareas comparadas (RM, $z = -1,226$; $0,22$, $p > 0,05$; RE, $z = -0,679$; $0,49$, $p > 0,05$). Ambos grupos presentan un desempeño similar en la prueba de rotación mental (videntes, $M =$

8,8; fisioterapeutas invidentes, $M = 7,6$) y en la de representación espacial (videntes, $M = 0,5$; fisioterapeutas invidentes, $M = 0,8$). Se mantienen así las hipótesis 2a y 2b.

Tabla 2

Comparación de Resultados entre Sujetos Videntes y Fisioterapeutas Invidentes.

Sujeto	Rotación Mental				Representación Espacial			
	M	DT	z	p	M	DT	z	p
Vidente	8,83	1,6	-1,226	,220	,5	,63	-,679	,497
Fisio.	7,6	2,19			,8	,75		

¿Existe Relación entre las Habilidades de Rotación Mental y/o Representación del Espacio con la Orientación y Movilidad?

Se comparó si existía relación entre el desempeño en orientación y movilidad y las tareas táctiles de rotación y representación espacial. Esto se hizo con la variable que medía el aprendizaje de las personas invidentes de la ruta, entendiendo que el nivel de desvío al realizar el atajo era menor si la representación mental del espacio que se habían hecho era más acertada. Así se comprueba si el tener un buen desempeño en tareas de rotación mental y representación mental correlaciona con las habilidades en orientación y movilidad. Esto es algo que ya se evidencia en algunas investigaciones, lo avalan expertos como Javier, y además, que se configura como una de las hipótesis principales de esta investigación. Los resultados obtenidos al analizar las correlaciones (Tabla 3) confirman la relación con ambas variables, siendo ésta mayor con las habilidades en rotación mental ($r = -0,80$) que en representación espacial ($r = 0,69$). Esta diferencia es algo que se justificará más adelante en la discusión. Por tanto, se mantienen las hipótesis 3a y 3b.

Tabla 3

Correlación entre Orientación y Movilidad y las Variables de Rotación Mental y Representación Espacial.

	Rotación Mental		Representación Espacial	
	<i>Corr.</i>	<i>p</i>	<i>Corr.</i>	<i>p</i>
Orientación y movilidad	-.8	,09	-,69	,18

Discusión

Uno de los objetivos principales del estudio era comprobar influencia del estudio de materias relacionadas con las Ciencias de la Salud, como la anatomía, en el desempeño de tareas de rotación mental, representación espacial y orientación y movilidad. Finalmente, los resultados obtenidos tras el análisis de los datos mantienen la mayor parte de las hipótesis que se plantearon al comienzo.

La similitud encontrada en las tareas de rotación mental en sujetos videntes y fisioterapeutas invidentes se puede justificar de dos maneras. Por un lado, las personas videntes están continuamente expuestas a un mundo visual en el que frecuentemente y de forma más sencilla se ponen en práctica procesos de rotación mental. Por otro lado, hay que tener en cuenta que las personas que estudian fisioterapia o materias dentro del ámbito de las Ciencias de la Salud tienen mucho mayor entrenamiento en este aspecto, haciendo énfasis continuamente en las disposiciones espaciales y sus formas de denominarlas. Todo ello justifica que el desempeño de personas invidentes estudiantes de fisioterapia y de las personas videntes de este estudio sea muy similar en la tarea de rotación mental.

En relación a lo expuesto anteriormente, también se pensó que las habilidades en rotación mental podían mejorar la capacidad de los invidentes para orientarse en el espacio. Esto es algo que ya se ha comparado en sujetos videntes, viendo que aquellos

que mejor se movían en el espacio, mejor hacían la tarea de rotación mental. Desde esta investigación se confirma la correlación entre el desempeño en la ruta y las tareas de rotación mental en personas invidentes. Cabe destacar su significancia y lo alta que es ($r = 0,80$), presentando así un 65% de varianza común. Además, esto se relaciona con el entrenamiento que tienen los fisioterapeutas en las tareas de rotación mental, lo que hace que sus resultados también sean notablemente mejores en cuanto a la orientación en el espacio.

La experiencia visual ayuda a crear una representación espacial mucho más acorde a la realidad ya que se está en contacto con la misma. En cambio, esto es más difícil de conseguir cuando no se tiene acceso al entorno de manera directa a través de la vista y hay que usar otras vías de conocimiento, como puede ser la táctil y auditiva. Por ello se plantea que es la experiencia en el estudio pormenorizado de estructuras anatómicas y el hecho de tener que hacer configuraciones espaciales relacionando las diversas partes del cuerpo lo que posteriormente les ayuda a generar una imagen mental del entorno. Esto es una hipótesis que se confirma desde esta investigación al ver las diferencias en el desempeño en representación espacial entre los sujetos invidentes sin estudios de fisioterapia y aquellos con estudios de fisioterapia. Siendo los resultados mejores en los fisioterapeutas invidentes.

Como consecuencia, se puede concluir que el entrenamiento en tareas de rotación mental y representación espacial ayuda a los sujetos invidentes a moverse por el espacio con mayor precisión y a hacerse una configuración espacial más ajustada a la realidad. Ello también se justifica en esta investigación por el estudio de asignaturas relacionadas con las Ciencias de la Salud que activan estos procesos en el cerebro. Se entiende asimismo que los aprendizajes en anatomía humana favorecen un buen conocimiento del propio esquema corporal, influyendo positivamente tanto en los

procesos de representación espacial como de orientación y movilidad. Esto además se da tanto en videntes como invidentes. Igualmente, cabe recordar que Javier, el director de la Escuela con amplio bagaje experiencial también destacaba la relación entre las variables que se mencionan en estas líneas.

Limitaciones

Tras los resultados obtenidos se encuentran algunas limitaciones en la investigación que cabría tener en cuenta para futuros estudios.

La correlación obtenida entre el aprendizaje de la ruta y rotación mental, ha sido mucho mayor que la existente entre el desempeño en la ruta y representación espacial. Esto puede deberse a que la prueba de rotación mental pasada a los sujetos era de mayor complejidad y adecuación a lo que se quería medir. En cambio, el test de las tres montañas de Piaget es algo más simple y sencillo de resolver, lo que quizás haya ido en perjuicio de los resultados obtenidos. Para futuros estudios sería conveniente buscar otra forma más adecuada para medir el nivel de representación espacial mental de las personas.

Para comprobar de manera más exacta la relación entre el estudio de materias de Ciencias de la Salud y el resto de habilidades medidas en esta investigación, cabría hubiese sido de utilidad haber comparado dentro de los sujetos videntes, dos grupos: uno de personas con estudios de fisioterapia y otro con estudios no relacionados con éste ámbito. De esta manera, se hubiese podido establecer con mayor certeza la relación entre las competencias en anatomía y las habilidades de rotación mental, representación espacial y orientación y movilidad.

El acceso a los sujetos ha sido limitado por lo que el tamaño de la muestra es reducido. Esto se podría tratar de ampliar en futuras investigaciones para tener

resultados más representativos. No obstante, hay que tener en cuenta que dentro de la muestra de sujetos invidentes fisioterapeutas hay cinco, pero el grupo de referencia del que se extrae ronda los 40 estudiantes en total de la escuela a la que acuden.

Por otro lado, la mayoría de las investigaciones actuales en relación a lo expuesto avanzan en la dirección de la creación de entornos virtuales para estudiar la rotación mental y orientación en el espacio. En cambio, apenas existen estudios sobre la influencia del conocimiento del propio cuerpo en la rotación mental, representación espacial, y en movilidad. Es por ello necesario seguir generando nuevas líneas de investigación en ello ya que los pocos resultados obtenidos hasta el momento parecen concluyentes.

Líneas de Investigación Futuras

Teniendo en cuenta lo expuesto hasta el momento se plantean a continuación propuestas nuevas para seguir generando estudios que recojan mejoras respecto al presentado.

Se propone como una posible investigación futura comprobar si el estudio pormenorizado del cuerpo humano en niños invidentes ayuda a mejorar su representación espacial y orientación. Por ejemplo, se podrían plantear diferentes sesiones dentro del horario escolar en las que se trabajase con ellos como lo hacen en la escuela de fisioterapia, con estructuras táctiles del cuerpo humano que representen las partes del cuerpo y se estudie su relación. Esto se haría con descripciones verbales detalladas acompañadas de exploraciones hápticas, pudiendo ampliar los conocimientos con estimaciones de distancias y situar las partes en diferentes planos. Al final, adquirirían un esquema mental global de todo su cuerpo. Para evaluar los cambios se podrían hacer dos evaluaciones, antes y después de esas sesiones.

Por otro lado, para saber con más precisión si es verdaderamente el estudio de anatomía el que mejora el rendimiento en tareas de rotación mental y representación espacial también en personas con visión, se podría crear un grupo control de sujetos videntes que no estudiaran nada relacionado con las Ciencias de la Salud y otro de estudiantes videntes de fisioterapia.

Resultaría interesante comprobar con mayor exactitud la influencia que ejerce el estudio pormenorizado de las estructuras anatómicas a nivel háptico en personas con ceguera. Esto podría hacerse viendo si existen diferencias en el desempeño en rotación mental entre los estudiantes con ceguera que acceden por primer año a la carrera de fisioterapia y aquellos que ya han finalizado. Para saber si esto puede generalizarse a las personas videntes, se podría comparar el desempeño de fisioterapeutas en el Mental Rotation Test original (tarea visual) y el presentado en la investigación (tarea háptica).

Por último, sería interesante estudiar la activación de las zonas corticales relacionadas con los procesos medidos de rotación mental, representación espacial así como orientación y movilidad mediante electroencefalogramas. Así, se podría verificar si se activan áreas similares del cerebro al realizar este tipo de tareas, confirmando la relación que se ha estudiado en esta investigación pero a nivel neuronal.

Para concluir, cabe destacar que la investigación presentada avanza en el estado de la cuestión. No obstante, al haber pocas contribuciones hasta el momento, sería necesario seguir ampliando el campo de investigación e introducir progresivamente mejoras que aumentarían la representatividad de los resultados. Además, a pesar de que el acceso a la muestra ha sido limitado dificultando la generalización de los resultados, se mantienen las hipótesis y supone un adelanto en el estudio de la población invidente.

Implicaciones Educativas

Los resultados de este estudio pueden revertir en una mejora en la educación a personas con ceguera si se tienen en cuenta algunas consideraciones. Por un lado, sabiendo la importancia que ejerce el conocimiento del propio esquema corporal, se pueden fomentar actividades que favorezcan estas competencias. Por ejemplo, adaptando el contenido de ciencias naturales y extendiéndolo al conocimiento del propio cuerpo con actividades prácticas y con material táctil.

Por otro lado, los resultados confirman que el entrenamiento en tareas de rotación mental mejora su desempeño para orientarse en el espacio. Teniendo esto en cuenta, los docentes pueden plantear actividades dentro del aula que requieran poner en práctica estas habilidades mentales mencionadas trabajando con maquetas y mapas en tres dimensiones. Esto puede extenderse tanto a personas videntes como con ceguera.

La interrelación entre estas variables ayuda a que al profundizar más en algunas de ellas se favorezca la mejora en las demás, lo que hace posible el ajuste a las capacidades y necesidades de cada alumno invidente. Todo ello, a la larga, repercute en una mejora de la calidad educativa que se ofrece al alumnado y genera cambios en sus vidas que les hacen sujetos más independientes.

Bibliografía

- Afonso, A., Blum, A., Katz, B. F. G., Tarroux, P., Borst, G. y Denis, M. (2010) Structural properties of spatial representations in blind people: scanning images constructed from haptic exploration or from locomotion in a 3D audio virtual environment, *Memory and Cognition*, 38 (5), 591-604.
- Ballemans, J., Kempen, G. y Zijlstra, G.A.R. (2011) Orientation and mobility training for partially-sighted older adults using an identification cane: a systematic review. *Clinical rehabilitation*, 25(10), 880-891.
- Corazzini, L.L., Tinti, C., Schmidt, S., Mirandola, C., y Cornoldi, C. (2010) Developing spatial knowledge in the absence of vision: allocentric and egocentric representations generated by blind people when supported by auditory cues, *Psychologica Belgica*, 327-334.
- Cuturi, L. F., Campus, C., Parmiggiani, A. y Gori, M. (2016) From science to technology: orientation and mobility in blind children and adults, *Neuroscience and biobehavioral reviews*, 71, 240-251.
- Guillot, A., Champely, S., Batier, C., Thiriet, P., & Collet, C. (2007). Relationship between spatial abilities, mental rotation and functional anatomy learning, *Advances in Health Sciences Education*, 12(4), 491-507.
- Gual, J., Puyuelo, M., Lloverás, J. y Merino, L. (2012) Discapacidad visual y orientación urbana. Estudio piloto sobre planos táctiles producidos en 3D, *Psychology*, 3(2), 179-190.
- Higgerty, M. J. y Williams, A.C. (2005) Orientation and mobility training using small groups, *Journal of visual impairment and blindness*, 12, 755-764.

- Hoyek, N., Champely, S., Collet, C., Fargier, P. y Guillot, A. (2014) Is mental rotation ability a predictor of success for motor performance?, *Journal of cognition and development*, 15 (3), 495-505.
- Huertas, J. A. (1989). *Un estudio evolutivo y microgenético de la representación espacial y la movilidad en el entorno, en los niños y adolescentes ciegos. (Tesis doctoral no publicada)*. Facultad de Psicología, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, España.
- Huertas, J.A., Espinosa, M.A. y Simón, C. (1998) Dos aspectos claves en la integración del ciego: la orientación y movilidad y el acceso a la información escrita, *Cultura y educación*, 10, 87-97.
- Huertas, J.A., Ochaíta, E. y Espinosa, M. A. (1993) Movilidad y conocimiento espacial en ausencia de la visión. En A. Rosa y E. Ochaíta (Eds.), *Psicología de la ceguera*, (pp. 203-2045), Madrid: Alianza Editorial.
- Kozhevnikov, M., Motes, M. A., Rasch, B., y Blajenkova, O. (2006). Perspective-taking vs. mental rotation transformations and how they predict spatial navigation performance, *Applied Cognitive Psychology*, 20(3), 397-417.
- Krüger, M., Michel-ange, A. y Ebersbach, M. (2014) Mental rotation and the motor system: embodiment head over heels, *Acta Psychologica*, 145, 104-110.
- Kuyk, T., Elliott, J.L., Wesley, J., Scilley, K., McIntosh, E., Mitchell, S. y Owsley, C. (2004) Mobility function in older veterans improves after blind rehabilitation, *JRRD*, 41(3), 337-346.
- Lahav, O. y Mioduser, D. (2003) A blind person's cognitive mapping of new spaces using a haptic virtual environment, *Journal of research in special educational needs*, 3(3), 172-177.

- Lahav, O., Schloerbs, D.W. y Srinivasan, M.A. (2015) Rehabilitation program integrating virtual environment to improve orientation and mobility skills for people who are blind, *Computers y education*, 80, 1-14.
- Meneghetti, C., Borella, E. y Pazzaglia, F. (2016) Mental rotation training: transfer and maintenance effects on spatial abilities, *Psychological research*, 80, 113-127.
- Möhring, W. y Frick, A. (2013) Touching up mental rotation: effects of manual experience on 6 month old infants' mental object rotation, *Child development*, 84 (5), 1554-1565.
- Ochaita, E., y Huertas, J. A. (1988). Conocimiento del espacio, representación y movilidad en las personas ciegas, *Infancia y aprendizaje*, 11(43), 123-138.
- Ozel, S., Larue, J. y Molinaro, C. (2004) Relation between sport and spatial imagery: comparison of three groups of participants, *The journal of psychology*, 138(1), 49-63.
- Papadopoulos, K y Koustriava, E. (2011) The impact of vision in spatial coding, *Research in developmental disabilities*, 32, 2084-2091.
- Pasqualotto, A., Spiller, M.J., Jansari, A.S. and Proulx, M.J. (2012) Visual experience facilitates allocentric spatial representation, *Behavioural Brain Research*, 236, 175-179.
- Sánchez, J. y Tadres, A. (2010) Audio and haptic bases virtual environments for orientation and mobility in people who are blind, *Assets '10*, 237-238.
- Seybold, D. (2005) The psychosocial impact of acquired vision loss- particularly related to rehabilitation involving orientation and mobility, *International congress series*, 1282, 298-301.
- Wardell, K. T. (1973) The blind walk faster, *Journal of rehabilitation*, 39(2), 23-25.

Zijlstra, G.A.R., Ballemans, J. y Kempen, G. (2012) Orientation and mobility training for adult with low vision: a new standardized approach, *Clinical rehabilitation*, 27(1), 3-18.

Anexos

Mental Rotation Test: Adaptación en Maquetas del test original.

